动 物 学 研 究 2002, Aug. 23 (4): 351~355 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

简 报

渭河平原地区夏季鸟类群落结构

胡 伟, 陆健健
(华东师范大学 河口海岸国家重点实验室, 上海 200062)

摘要: 在渭河平原咸阳地区选取有代表性的7种生境, 采用样带法取样, 选用Shannon-Wiener、Pielou指数和多元变量分析法进行鸟类群落结构分析。共发现63种鸟类, 隶属于13目29属47科。7个样区的鸟类组成表明水域面积是影响特定鸟类(水鸟)分布的重要因子。α多样性指数和干扰程度呈线性关系($Y=2.945-0.352X$)。而中等偏上的均匀度表明不同样区种群的分布较为均匀。进一步对鸟类群落结构进行聚类分析、多维尺度分析以及主分量分析后表明: 按照人为干扰程度的大小将7个样区划分为3~4个群落组合; 多维尺度分析的结果比聚类分析的结果更接近实际情况; 在人为干扰的前提下, 类似生境(相同高程或相近水域面积)鸟类群落的相似性程度并不高。

关键词: 鸟类; 群落结构; 多元统计分析; 渭河平原
中图分类号: Q958.1; Q959.7 **文献标识码**: A **文章编号**: 0254-5853(2002)04-0351-05

Research on Summer Bird Community Structrue in Weihe Plain

HU Wei, LU Jian-jian
(*State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research*, *East China Normal University*, *Shanghai* 200062, *China*)

Abstract: In order to investigate the avifauna and bird community in Weihe Plain and to discuss the similarity between communities in the different habitats and its influencing factors, the bird species and their abundance in seven different sites were studied by line sampling method, Shannon-Wiener, Pielou indices and Multivariate analysis. According to the record, there are 63 species in that area, belonging to 13 orders, 29 genera and 47 families. Dominant species in different suits showed that water area was the important factor to special bird. Diversity were related to human disturbance ($Y=2.945-0.352X$). Higher evenness suggested that different communities distributed even, and influenced by water and human disturbance . The results of the Hierarchical Cluster, Principal Components Analysis (PCA) and Multidimensional Scaling (MDS) suggested that all suits could be divided into 3-4 groups by the human disturbance, and the result of the MDS was better than that of the Hierarchical Cluster. Special factor, such as human disturbance, had influenced the bird community's structure significantly and resulted in dissimilarity between similar habitat.

Key words: Bird; Community structure; Multivariate analysis; Weihe Plain

自禹翰(1957)有过渭河平原鸟类组成及区系的研究报道以后,近40多年来一直未见到该地区鸟类生态学方面的报道,特别是关于鸟类群落结构的报道。基于这一点,我们在该地区对鸟类群落结构进行了1年的研究,通过高程、植被、水资源及人为干扰4种影响鸟类分布的因子,探讨渭河平原7种生境鸟类种类与数量的变化,了解当地鸟类区系现状及影响群落结构的关键因子。由于季节波动的影响,分析和比较群落的结构应在鸟类种类处于稳定组合的季节进行(钱国桢等,1983)。因此本文只分析夏季鸟类的调查数据,并将结果报道如下。

1 研究区域

渭河是关中平原的主要河流,其上游为山地,出

收稿日期: 2001-04-23; 接受日期: 2001-08-06

宝鸡峡谷后,谷地豁然开阔,河道蜿蜒曲折。渭河流域位于北纬 33°50′~37°18′,东经 104°00′~110°20′,属于暖温带半干旱、半湿润气候带,并具有大陆性季风气候区的特点。夏季多雨,并有伏旱,年平均降水量 600~800 mm。其中,7~10 月降水量约占全年的 60%。7 月平均气温在 25℃以上。

调查在平原地区有代表性的生境中(图 1)进行。沿着高程的增加,在 3 个阶地按照不同的干扰程度和不同植被,共取 7 个样区。各样区生境分述如下。

渭河滩地(S1):属于一级阶地。有少量的人员走动。高出最新冲击地 5~10 m,水域约占本样区面积的 70%。主要由白茅、碱篷、盐云草、香蒲等湿生植物组成。

飞行区草坪(S2):属于二级阶地。每天有数十架次的飞机起降,噪音严重。高出水面 20~45 m。以草本植物为主,代表种有白羊草、多种画眉草、蒿类。

苗圃(S3):属于二级阶地。有除草、灌溉等农事活动。水域约占本样区面积的 3%。覆盖率高,分乔木、灌木和草本 3 层,底层以苦马豆及蒿类为主。

农场(S4):属于二级阶地。有施肥、除草、灌溉等农事活动。水域约占本样区面积的 5%。地势非常平坦,种植有各种蔬菜及农作物。

村舍(S5):属于二级阶地。为村民居住地,且靠近机场,常受噪音干扰。植被主要以北方常见树种和一些落叶果树为主。

鱼塘(S6):属于一级阶地。偶尔有钓鱼、投食、驱赶大型水鸟等活动。水域约占本样区面积的 90%。植被为河杨及玉米。

黄土台塬(S7):属于三级阶地。高出渭河水位 150 m 左右,以数十米高的陡坎与阶地相连,为居民居住及耕作地。水域约占本样区面积的 7%,植被以酸枣等灌木为主。

2 研究方法

2000 年 7~8 月,在所选的样区内作样带调查。按常规路线法,每小时步行 1.5 km,样带长 3 km 左右,宽 50 m。样带之间以车代步。每天调查时间为早晨和傍晚。每样区取数个样带,每条样带作 1~4 次不等的调查,以重复观测的平均值作为样带、样区的统计数据。

利用 Shannon-Wiener 指数 $Dsw = -\Sigma Pi \ln Pi$ 和 Pielou 均匀度 $Rsw = Dsw/\ln S$ 公式(马克平,1994;马克平和刘玉明,1994;陈廷贵和张金屯,1999),分别计算鸟类 α 多样性和均匀度,式中的 Pi 是一个群体属于第 i 种的概率,S 为样方中记录到的物种总数。用 Bray-Curtis(1957)相似性测量群落间的相似程度,公式为:$S_{jk} = 100(1 - \Sigma \mid Y_{ij}-Y_{ik} \mid / \Sigma \mid Y_{ij} + Y_{ik} \mid)$。其中 S_{jk}为j,k 2 个样方遍及所有 P 个物种的相似性,其值在 0~100,值的大小和 2 样方间相似性成正比;Y_{ij}是第 i 个物种在第 j 个样方中的数值,Y_{ik}是第 i 个物种在第 k 个样方中的数值。此外,还用 STATISTICA For Windows 4.5 分别进行鸟类群落的聚类分析、多维尺度分析以及主分量分析。

3 结果与分析

3.1 种类组成

统计结果表明:夏季渭河平原地区共计有鸟类 63 种,隶属于 13 目 29 科 47 属。鸟类区系组成中,属于古北界的有 27 种,占总数的 42.9%;东洋界有 21 种,占 33.3%。广布种有 15 种。不同生境组成中,渭河滩地以水鸟和夏候鸟为主,优势种有斑嘴鸭(*Anas poecilorhyncha*)、凤头麦鸡(*Vanellus vanellus*)、须浮鸥(*Chlidonias hybrida*)、田鹨(*Anthus movaseelandiae*)及家燕(*Hirundo rustica*)和麻雀(*Passer montanus*);飞行区草坪以雀形目鸟类为主,且有大量的人类伴生种,优势种为戴胜(*Upupa epops*)、家燕、白鹡鸰(*Motacilla alba*)、红尾伯劳(*Lanius cristatus*)及麻雀;苗圃以珠颈斑鸠(*Streptopelia chinensis*)、白鹡鸰、家燕、麻雀和白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)为主;农场的优势种为家燕、麻雀、珠颈斑鸠;村舍的代表种为家燕、麻雀、红尾伯劳、金翅雀(*Carduelis sinica*);鱼塘的代表种为小白鹭(*Egretta garzetta*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)以及普通翠鸟(*Alcedo atthis*);黄土台塬的优势种为珠颈斑鸠、家燕、金腰燕(*H. daurica*)和麻雀。从上可以看出:大型的水鸟多分布在水资源丰富的样地,如渭河滩地和鱼塘;具有小面积水域和无水的样地内的优势种则以陆禽为主。然而即使处于同一高程、具有相同水域面积的样区,如飞行区草坪与村舍,由于干扰程度不同,优势种的组成也各异。故优势种与生境类型、干扰强度密切相关。且生境中水是限制鸟类分布的重要因子,水域面积的大小直接与特定种(水鸟)的分布密切相关。

3.2 物种多样性分析

从表 1 中可以看出，该地区的物种数和 Shannon-Wiener 多样性指数基本上成正相关（$r = 0.810$, $P < 0.05$）。渭河滩地物种数多，多样性指数也大。这与 Tramer（1969）有关鸟类物种多样性直接和鸟种丰盛情况紧密相关的论述相吻合。通过多元线性回归的逐步引入法（stepwise method）分析，发现多样性指数与干扰程度有明显的线性关系（$Y = 2.945 - 0.352X$）（$r = -0.781$, $P < 0.05$）。即干扰程度越严重，多样性指数就越小。从表 1 中还可看出，均匀度也与多样性指数呈显著正相关（$r = 0.853$, $P < 0.05$）。

3.3　栖息地的主分量分析

主分量分析结果见表 2 和图 2。从表 2 中可以看出：第 1 和第 2 主分量占总信息量的 69.42%。第 1 主分量（植被因子）与生境有关，沿着分量轴的正方向，生境状况逐渐变好；第 2 主分量（干扰强度）与干扰程度有关，即随着第 2 主分量的增加，干扰程度减小。

3.4　鸟类群落结构的聚类分析和多维尺度分析

从图 3 可以看出：飞行区草坪群落、渭河滩地群落有较大的独立性，而农场、黄土台塬、苗圃、村舍群落之间相似性较高。在这里，聚类组的划分与样区中水域面积的大小、高程及生境中植被的关系不是很明显。但根据人为干扰程度的不同，可以清楚地划分为 3 类（即干扰最严重的飞行区草坪群落，干扰最轻的渭河滩地群落，以及干扰中等的农场、黄土台塬、苗圃、村舍、鱼塘群落）或者 4 类（飞行区草坪群落，渭河滩地群落，鱼塘群落，农场、黄土台塬、苗圃、村舍群落）。

从图 4 可以看出：渭河滩地、飞行区草坪、鱼塘样区分别与苗圃、农场、村舍、黄土台塬的距离较远，表明两两样本之间的生物组成相似性程度较低；而苗圃和村舍、农场和黄土台塬之间的距离较近，表明两两样本之间的生物组成相似性程度较高。7 种生境的鸟类群落基本上也可以分出与聚类分析结果相同的 3～4 类。不同的是鱼塘群落与渭河滩地群落的空间距离靠近了，而与苗圃和村舍的距离拉开了。且 Stress 值为 0.063，当其值小于 0.1，可以正确解释样区间的相似性，因而可以认为图 4 基本能够正确解释样区间的相似关系。

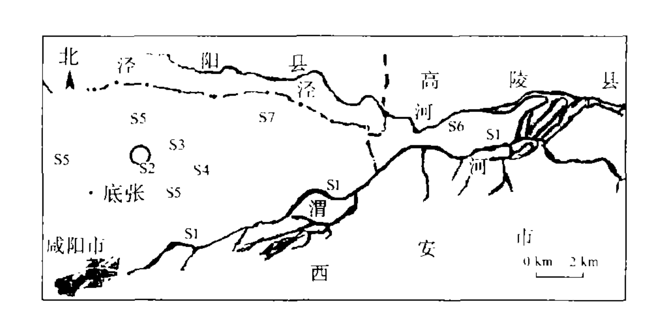


图 1　调查区域示意图

Fig.1　Sketch map of study area

S1：渭河滩地（Bottomland of Weihe River）；S2：飞行区草坪（Lawn in airport）；S3：苗圃（Nursery）；S4：农场（Farm）；S5：村舍（Cottage）；S6：鱼塘（Pound）；S7：黄土台塬（Loess terrace）。

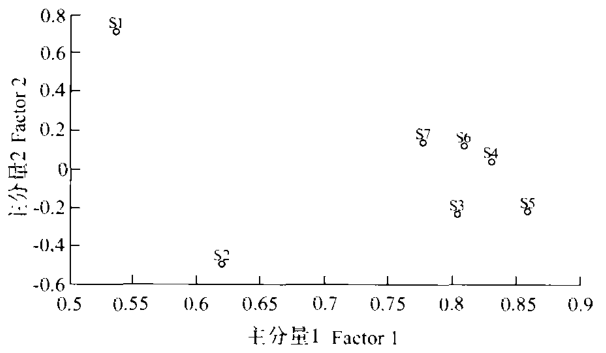


图 2　渭河平原夏季鸟类栖息地的二维排序

Fig.2　Two-dimensional ordination of summer bird habitat in Weihe Plain

表 1　渭河平原夏季鸟类物种丰富度及均匀度

Table 1　Richness and evenness of summer bird in Weihe Plain

样区 Sites	物种数 Species	多样性指数 Diversity indices	最大多样性指数 Maximum diversity indices	均匀度 Evenness
S1	34	2.6609	3.5264	0.7546
S2	20	1.6187	2.9957	0.5404
S3	26	2.3542	3.2581	0.7226
S4	23	1.9263	3.1355	0.6144
S5	11	1.4931	2.3979	0.6227
S6	22	2.1859	3.0910	0.7072
S7	13	1.6828	2.5650	0.6561

表 2 各样区对前 3 个主分量的负荷量表

Table 2 The loading of each sites for the prior three principal components

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	特征根 Eigenvalue	变异 Variance (%)
主分量 1 (Factor 1, Y1)	0.5348	0.6202	0.8016	0.8268	0.8579	0.8092	0.7765	3.9908	57.01
主分量 2 (Factor 2, Y2)	0.7056	-0.4873	-0.2151	0.0585	-0.2062	0.1357	0.1493	0.8683	12.40
主分量 3 (Factor 3, Y3)	-0.4255	-0.5173	-0.0090	0.3087	0.0837	-0.0750	0.3726	0.6956	9.93

表 3 样区间的 Bray-Curtis 相关系数表

Table 3 Bay-curtis correlation coefficient among the sampling suits

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
S1	100.0000	21.2197	30.6075	37.2727	30.2414	45.9057	36.5325
S2	21.2197	100.0000	45.4582	37.4867	52.7205	41.2903	33.0811
S3	30.6075	48.4582	100.0000	60.5351	67.5862	58.0645	49.3153
S4	37.2727	37.4867	60.5351	100.0000	66.0626	57.2993	67.5258
S5	30.2414	52.7205	67.5862	66.1626	100.0000	64.0000	60.5825
S6	45.9057	41.2903	58.0645	57.2993	64.0000	100.0000	55.4307
S7	36.5325	33.0811	49.3153	67.5258	60.5825	55.4307	100.0000

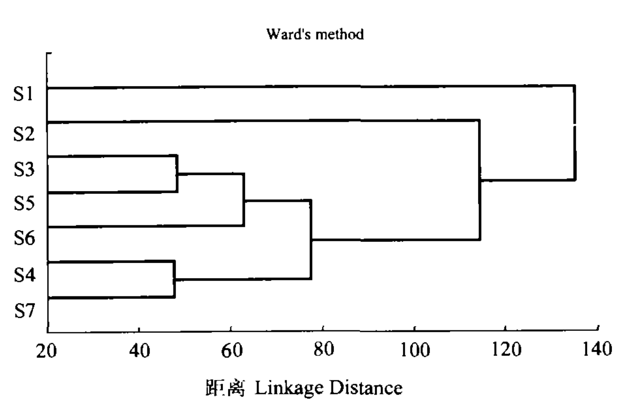


图 3 渭河平原夏季鸟类群落的聚类分析

Fig.3 Cluster analyze on summer bird communities in Weihe Plain

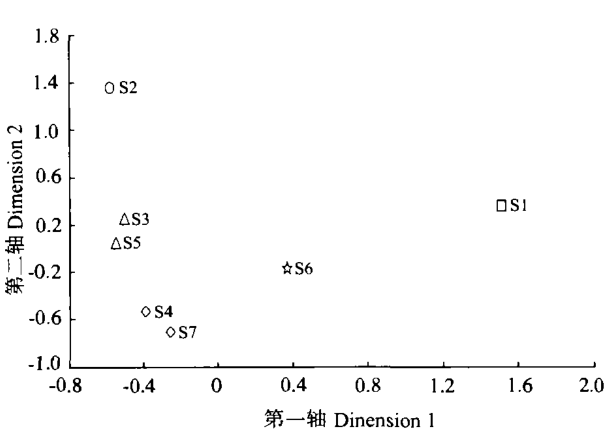


图 4 渭河平原夏季鸟类群落的多维尺度分析

Fig.4 MDS on summer bird communities in Weihe Plain (S-stress = 0.063, RSQ = 0.992)

4 讨 论

4.1 种类组成

渭河平原地区在动物地理区划上属古北界。从夏季鸟类区系组成中发现,本研究区域的古北界种和东洋界种的组成变化与秦岭南北坡(郑作新等,1973)以及大巴山的鸟类区系(王廷正等,1981)的组成变化较接近。随着纬度增加,东洋种所占比例下降,古北种所占比例逐渐大于东洋种所占的比例。但渭河平原地区古北种所占比例并不随纬度增高而明显上升,而处在大巴山与秦岭之间(42.9%),是调查统计误差造成还是由于两界过渡带的交汇作用造成,尚有待于进一步研究确定。

4.2 几种群落结构分析方法的比较

群落结构的多元统计分析是以两样本间生物组成的相似性程度为依据的,而选择合适的测量方法又是得到正确的样本生物组成相似性的基础。本文中,由于一些样带半数以上数据为零,因而我们选用 Bray-Curtis 相似性测度方法,其结果表明该方法确能满足不受生物数据矩阵为零的影响(拉德维格和蓝诺兹,1990)。

主分量分析通过从物种相似矩阵或样方相似矩阵获得最大的变差轴,产生样区排序。从本文分析中可以看出,前 3 个主分量占总信息量的比例不高(79.34%),这可能与样区间的环境变异较大有关,因为主分量分析的前提条件是要求样区间的差异呈线性或接近线性变化。因而不太适宜本研究选用。

序列分析与聚类分析两者在本研究的结果基本上相同,均可将样方划分为 3~4 类不同的群落。用多维尺度分析结果不同之处是渭河滩地群落与鱼

塘群落的距离靠近了，而鱼塘群落与苗圃群落、村舍群落的距离拉开了，这与实际观测的结果更为接近。这是因为鱼塘尽管有中等干扰，但有较大的水域面积，且2样区的空间距离较近；加之鸟类的活动能力较强，两群落间的相似性程度较接近。

总之，群落组成是影响群落结构的一个明显因素。尽管鸟类活动性较大，但优势种的组成往往有着时间和地区差异。渭河平原地区夏季鸟类群落研究表明，生境差异（植被、水资源及高程）及干扰程度是形成某一地区一定时间内优势种组成差异的主要因素。群落相似性是群落组成上相似程度的定量指标，在一定程度上反映了群落的演替变化和相互关系。本文结果还表明特殊因子（人为干扰）对鸟类群落多样性有显著影响，在人为干扰的前提下，类似生境（相同高程或相近水域面积）鸟类群落的相似性程度并不高。

参考文献：

Chen Y G, Zhang J T. 1999. Comparison of the 15 species diversity indices[J]. *Henan Science*, **17**(suppl.): 55-57, 71. [陈廷贵，张金屯. 1999. 十五种物种多样性指数的比较研究. 河南科学, **17**(suppl): 55-57, 71.]

Bray J R, Curtis J T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin[J]. *Ecological Monographs*, **27**: 325-349.

Wang T Z, Fang R S, Wang D X. 1981. Investigating avian and beast of Daba Mountain in Shaanxi: 1. Study on bird fauna[J]. *Journal of Normal University*, 1-11. [王廷正，方荣盛，王德兴. 1981. 陕西大巴山的鸟兽调查研究(一): 鸟类区系研究. 陕西师范大学学报, 1-11.]

John A L, James F L. 1990. Statistical Ecology: Guide to Method and Calculation Huhehaote[M]. Li Y Z, Wang W, Pei H translated. Huhehaote: Inner Mongolia University Press. 54-67. [John A 拉德维格, James F 蓝诺兹. 1990. 统计生态学: 方法和入门. 李育中，王 伟，裴浩译. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社. 54-67.]

Ma K P. 1994. Measure method of the biodiversity: Ⅰ. Measure of α-diversity (1)[J]. *Biodiversity Science*, **2**(3): 162-168. [马克平. 1994. 生物多样性的测度方法: Ⅰ. α多样性的测度方法(上). 生物多样性, **2**(3): 162-168.]

Ma K P, Liu Y M. 1994. Measure method of the biodiversity: Ⅰ. Measure of α-diversity (2)[J]. *Biodiversity Science*, **2**(4): 231-239. [马克平，刘玉明. 1994. 生物多样性的测度方法: Ⅰ. α多样性的测度方法(下). 生物多样性, **2**(4): 231-239.]

Magurran A E, 1988. Ecological Diversity and Its Measurement[M]. New Jersey: Princeton University Press. 79-85.

Qian G Z, Wang P Z, Zhu L B, *et al*. 1983. A preliminary analysis of the last 20-year bird community structure in Tianmu Mountain[J]. *Acta Ecological Sinica*, **3**(3): 262-268. [钱国桢，王培潮，祝龙彪，等. 1983. 二十年来天目山鸟类群落结构变化趋势的初步分析. 生态学报, **3**(3): 262-268.]

Tramer E J. 1969. Bird species diversity: Components of Shannon's formula[J]. *Ecology*, **50**(5): 927-929.

Yu H. 1957. Study on bird of the Weihei Plain[J]. *Sciences and Technology in Shaanxi Province*, **1**(1): 11-20. [禹 翰. 1957. 渭河平原鸟类之初步研究. 陕西科学与技术, **1**(1): 11-20.]

Zheng Z X, Qian Y W. 1973. On the Avifaunna of the Quiling Range[M]. Beijing: Science Press. 1-241. [郑作新，钱燕文. 1973. 秦岭鸟类志. 北京: 科学出版社. 1-241.]